

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-294036

(43)Date of publication of application : 10.11.1995

(51)Int.Cl.

F25B 9/00

(21)Application number : 06-089864

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 27.04.1994

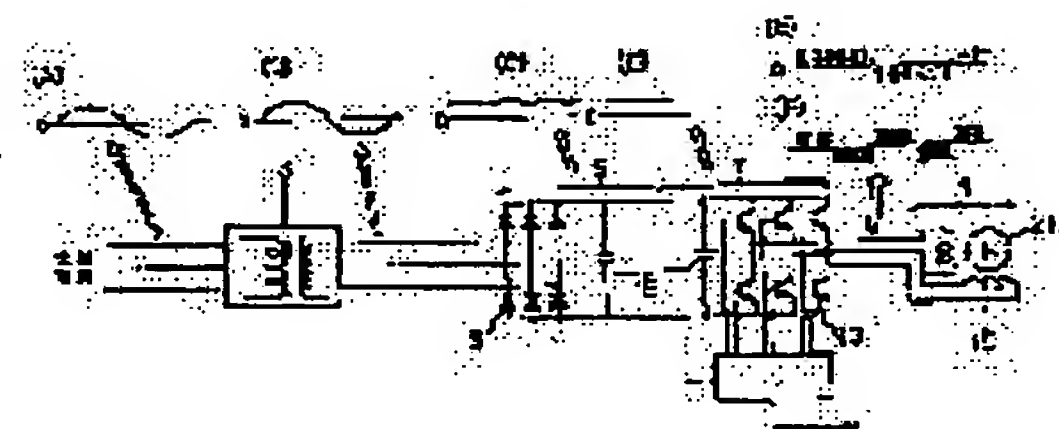
(72)Inventor : HONDA HISAO  
KISHIMOTO TETSUO

## (54) CRYOGENIC REFRIGERATOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate a phase conversion transformer which has been heretofore necessary to convert 3-phase AC currents to 3-phase AC currents and to simultaneously variably control not only a frequency but also a voltage in an inverter for controlling the synchronous motor of a cryogenic refrigerator.

CONSTITUTION: An inverter steps up three-phase AC currents from a power source by a step-up transformer, then converts it to a DC current by a converter 5, and then converts it to 2-phase AC currents by a special purpose converter 7. In this case, the temperature of a cryogenic refrigerator is detected by a temperature sensor. When the temperature is high, a control circuit 11 sets the set frequency of the 2-phase AC currents to a high value. When the set frequency of the 2-phase AC currents is set to a high value, the set voltage is also similarly set to the high value to eliminate a decrease in the torque of a synchronous motor 17.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.01.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-294036

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

F 2 5 B 9/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-89864

(22) 出願日 平成6年(1994)4月27日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 本田 久夫

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72) 発明者 岸本 哲郎

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

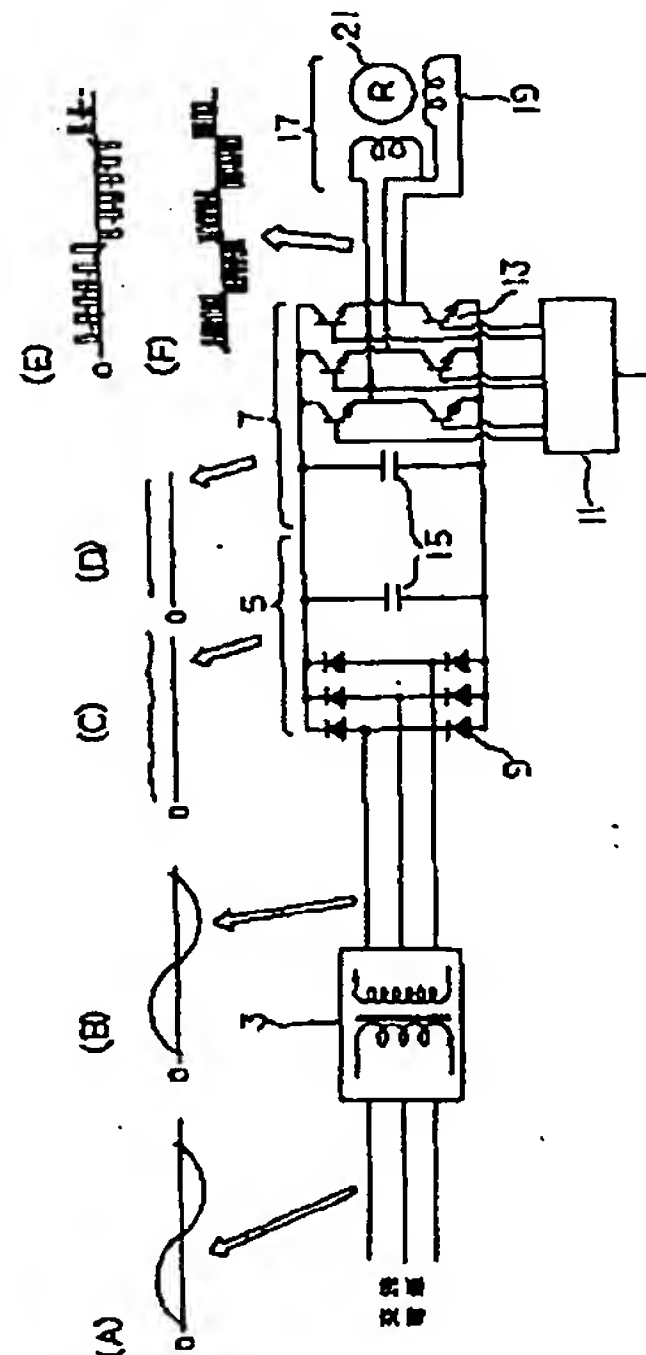
(74) 代理人 弁理士 岡田 敬

(54) 【発明の名称】 極低温冷凍装置

(57) 【要約】

【目的】 極低温冷凍装置のシンクロサモータを制御するインバータ装置において、3相交流電流から2相交流電流に変換するため従来必要であった相変換トランスが不要となるようにし、合わせて周波数のみならず電圧も可変とする制御が行えるようにする。

【構成】 インバータ装置において、電源からの3相交流電流は、昇圧トランス3で昇圧された後、コンバータ部5で直流電流に変換され、その後、専用インバータ部7で2相交流電流に変換される。このとき、極低温冷凍装置の温度が温度センサー25で検出され、温度が高いと制御回路部11が2相交流電流の設定周波数を高く設定する。また、2相交流電流の設定周波数を高くしたときは、設定電圧も同様に高くし、シンクロサモータ17のトルクが小さくならないようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】シンクロナスモータにより運転される極低温冷凍装置であって、極低温冷凍装置の温度を検出する温度センサーと、温度センサーにより検出された温度が高いほど設定周波数を高くする制御回路部と、電源からの 1 相または 3 相交流電流を前記設定周波数の 90 度位相差の 2 相交流電流に変換するインバータ装置と、前記設定周波数の 2 相交流電流によって駆動されるシンクロナスモータと、を備えた極低温冷凍装置。

【請求項 2】インバータ装置は、電源からの 1 相または 3 相交流電流の電圧を昇圧する昇圧トランスと、昇圧された 1 相または 3 相交流電流を直流電流に変換するコンバータ部と、直流電流を設定周波数の 2 相交流電流に変換するインバータ部と、からなり、制御回路部は、設定周波数を高くしたときは 2 相交流電流の設定電圧も高くする請求項 1 記載の極低温冷凍装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、極低温冷凍装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】極低温冷凍装置は、例えばヘリウム圧縮機と極低温用膨脹器とを閉回路で接続したものであり、極低温冷凍装置の起動時には、電動モータの回転数を高めて、圧縮・膨脹のサイクル数を増やすことにより、低温度が安定するまでの時間即ち冷却降下時間を短縮することが知られている。この電動モータの回転数の変更は、インバータ装置によって行われる。即ち、電源からの交流電流の周波数を変えることで、電動モータの回転数を変える。

【0003】しかし、電動モータがシンクロナスモータの場合には、90 度位相のずれた 2 相交流電流が必要となる。

【0004】この 2 相交流電流を得るために、一般には、単相交流の電源と、シンクロナスモータのコイル自身の定数と、外付けのコンデンサーと、抵抗と、によって直列共振回路を形成し、90 度位相差の 2 相交流電流を発生させて使用している。しかし、前記したように周波数を変更するには、前記共振回路の定数を可変にすることが必要となる。このためには前記コンデンサーの容量を可変にすることが考えられるが、これに使用されるような容量耐圧の可変コンデンサーはないので、シンクロナスモータの回転数の変更はできなかった。

【0005】そこで、特開平 2-261094 号公報においては、電源からの 3 相交流電流を汎用 3 相汎用インバータを用いて周波数可変とし、更に 3 相を 2 相とするため相変換トランスを介してシンクロナスモータに接続していた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の

技術（特開平 2-261094 号公報）によれば、汎用 3 相インバータから出力された交流電流が相変換トランスに入力され、この交流電流には高調波のものが含まれるので、相変換トランスでの損失が大きくなってしまふ。また、損失が大きくなるため、2 相交流電流の周波数を可変とする以外に電圧をも可変とすることには難があった。

【0007】この発明は、以上の問題点を解決するためになされたもので、電力の損失が小さく、しかも周波数可変のみならず電圧可変の制御をも容易に行って、シンクロナスモータの回転数の変更をすることができる極低温冷凍装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】以上の目的を達成するために、請求項 1 の発明は、シンクロナスモータにより運転される極低温冷凍装置であって、極低温冷凍装置の温度を検出する温度センサーと、温度センサーにより検出された温度が高いほど設定周波数を高くする制御回路部と、電源からの 1 相または 3 相交流電流を前記設定周波数の 90 度位相差の 2 相交流電流に変換するインバータ装置と、前記設定周波数の 2 相交流電流によって駆動されるシンクロナスモータと、を備えた極低温冷凍装置である。

【0009】また、請求項 2 の発明は、更に、インバータ装置は、電源からの 1 相または 3 相交流電流の電圧を昇圧する昇圧トランスと、昇圧された 1 相または 3 相交流電流を直流電流に変換するコンバータ部と、直流電流を設定周波数の 2 相交流電流に変換するインバータ部と、からなり、制御回路部は、設定周波数を高くしたときは 2 相交流電流の設定電圧も高くする請求項 1 記載の極低温冷凍装置である。

## 【0010】

【作用】温度センサーが極低温冷凍装置の温度を検出し、検出された温度が高いと制御回路部は設定周波数を高くする。この設定周波数をもとに、インバータ装置は電源からの 1 相または 3 相交流電流を 90 度位相差の 2 相交流電流に変換する。よって、前記設定周波数の 2 相交流電流によってシンクロナスモータが駆動される。請求項 2 の発明では、電源からの交流電流は昇圧トランスで昇圧され、コンバータ部で直流電流に変換され、インバータ部で 2 相交流電流に変換される。また、このインバータ部を制御する回路部により、2 相交流電流の周波数を高くした時は設定電圧も高くされる。

## 【0011】

【実施例】以下、この発明の一実施例を、図 1 乃至図 3 において説明する。即ち、図 1 が全体概略図であり、図 1 のインバータ装置の構成を図 2 に示す。また、図 2 のより具体的な回路を図 3 に示す。

【0012】この実施例において電源の交流電流は、120 度位相差の 3 相交流電流である。この電源は、まず



インバータ装置 1 内の昇圧トランス 3 に接続される。昇圧トランス 3 は、3 相交流電流を直流電流に変換するコンバータ部 5 に接続される。コンバータ部 5 は、直流電流を 2 相交流電流に変換するインバータ部 7 に接続される。

【0013】コンバータ部 3 は各相の整流を行う複数のダイオード 9 からなる。インバータ部 7 は、制御回路部 11 によりスイッチングのタイミングを制御され駆動される複数のトランジスタ 13 からなる。制御回路部 11 は、トランジスタ 13 のスイッチングのタイミングを制御してつくる 2 相交流電流の設定周波数を高くしたときは、同時に設定電圧を高くする制御を行う。ダイオード 9 とトランジスタ 13 の間には、ダイオード 9 により整流され凹凸のある直流電流をより平滑化するためのコンデンサ 15 が設けられている。

【0014】インバータ部 7 は、シンクロナスモータ 17 に接続されている。シンクロナスモータ 17 は 2 個の電磁石 19 により、永久磁石からなるローター 21 が回転される。

【0015】シンクロナスモータ 17 はクライオポンプユニット 23 のドライブ機構（図示せず）を駆動して極低温冷凍装置を運転する。極低温冷凍装置を構成するクライオポンプユニット 23 の例えばコールドパネル 23 P には温度センサー 25 が設けられ、検出信号を温度検出装置 27 に送る。温度検出装置 27 は、検出信号を処理し温度信号として制御回路部 11 へ送る。

【0016】以下、この実施例の作用を説明する。まず、電源からは 120 度位相差の 3 相交流電流が給電される。そして、まず各相の電圧が、昇圧トランス 3 により昇圧される（図 3（A）（B））。その後、コンバータ部 5 のダイオード 9 により、整流が行われ直流電流が作られる（図 3（C））。ダイオード 9 を出た直後の直流電流は凹凸を有するが、コンデンサ 15 により平滑化される（図 3（D））。

【0017】そして、インバータ部 7 のトランジスタ 13 群により、任意のパルス幅及び間隔をもったパルス状の電圧が作られ（図 3（E））全体として 2 相交流電流がつくられる（図 3（E）点線）。このときトランジスタ 13 のスイッチングは、出力される 2 相交流電流が 90 度位相差を有するものとなるようタイミングが制御される。

【0018】この 2 相交流電流の周波数及び電圧は任意に変更できる。即ち、制御回路部 11 がトランジスタ 13 のスイッチングのタイミングを変えることにより、各パルスの間隔を変えることで周波数を小さくしたり（図 3（E））、大きくしたり（図 3（F））することができる。また、パルス幅などを変えパルスの密度を変えることで、電圧を高くすることができる（図 3（F））。

【0019】周波数あるいは電圧の設定は、温度センサー 25 の検出した温度に基づき、制御回路部 11 が設定

する。即ち、極低温冷凍装置の温度を温度センサー 25 が検出し、この検出した温度が高いときには設定周波数を高くする。また温度が低いときには設定周波数を低くする。

【0020】例えば、検出された温度が 20 K の設定温度より高い場合には、高い周波数、例えば 100 ヘルツの 2 相交流電流が出力される。これによりシンクロナスモータ 17 の回転数が高くなる。また、前記設定温度より低くなった場合には、定常の周波数、例えば 60 ヘルツの 2 相交流電流が出力される。これによりシンクロナスモータ 17 は定常の回転数となる。

【0021】更に、設定周波数を高くするときには設定電圧をも高くする。この周波数と電圧との関係は、シンクロナスモータ 17 に供給される電流の大きさが一定となるように、予め決めておく。

【0022】この 2 相電流により励磁される電磁石 19 が、永久磁石からなるローター 21 を回転させる。

【0023】以上説明したように、この実施例によれば、従来のように汎用 3 相インバータを用いて 2 相交流電流を作るのではなく、いわば専用のインバータ装置 1 により 2 相交流電流を作ることになるので、インバータ装置 1 から出力される交流電流を従来のように相変換トランスを介してではなく直接にシンクロナスモータ 17 へ供給することができる。従って、高調波を含む 2 相交流電流が従来のように相変換トランスを通らずに済み、電力の損失が小さい。また、従来のような相変換トランスを使用しなくて済むので、2 相交流電流の電圧を変える制御も容易に行える。

【0024】また、昇圧トランス 3 により電源からの交流電流は予め昇圧されるので、電源電圧よりも高い出力電圧をシンクロナスモータへ供給できる。換言すれば、電源電圧を越えて設定電圧の設定幅を十分に広くとることができる。さらに、この昇圧トランス 3 はインバータ装置 1 の前段部分に備えられるので、高調波を含む 2 相交流電流がこの昇圧トランス 3 を通ることがなく、従って昇圧トランス 3 による電力の損失を避けることができる。

【0025】また、2 相交流電流の設定周波数および設定電圧は、温度センサー 25 により検出される極低温冷凍装置の温度により設定されるため、希望の設定温度まで確実にシンクロナスモータ 17 を制御できる。この点に関して、従来は例えば特開昭 60-171359 に記載されるように、閉回路を流通するヘリウムガスの圧力に応じてインバータ装置により電動モータへの交流電流の周波数を可変にする技術があるが、この実施例は圧力ではなく温度によって制御するので、制御がより直接的に行われることになる。

【0026】なお、以上の実施例においては周波数を設定温度により段階的に制御するものであったが、他の実施例では段階的ではなく連続的に制御することも可能で

5

ある。また、以上の実施例においては電源からの交流電流は3相交流電流としたが、他の実施例においては1相の交流電流であっても良い。

【0027】また、以上の実施例においてはインバータ部7はいわゆるPWMインバータとして説明したが、他の実施例においては電圧制御インバータであっても良いし、電流制御インバータであっても構わない。

【0028】また、以上の実施例においてインバータ部7はBPT（バイポーラパワートランジスタ）を用いるものであった（図3）が、他の実施例においてはサイリスタ、あるいは他のIGBTやMOSFETなどのトランジスタを用いるものであっても良い。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1または2の発明によれば、インバータ装置により周波数が変換され高調波を含む2相交流電流は、従来技術のインバータ装置により変換された交流電流のように相変換トランスなどのトランスに入力されることがないので、電力の損失が小さい。また、極低温冷凍装置の温度によって2相交流電流の周波数を変えるので、極低温冷凍装置の希望する設定温度へ確実にシンクロサモータを制御できる。

【0030】また、請求項2の発明によれば、インバータ装置から出力された2相交流電流を、従来のように相変換トランスを介さずに、直接にシンクロサモータへ供給できるので、このインバータ装置において電圧を可変とする制御を容易に行うことができる。また、設定周波数を高くしたときは設定電圧も高くすることにより、

6

シンクロサモータへの電流が小さくなってしまふのを防ぎ、従って、トルクが小さくなることを防ぎ、よって周波数を可変にしても脱調などの不都合を生じるのを防止できる。また、電源からの交流電流をまず昇圧トランスで昇圧することで、2相交流電流の設定電圧を十分に高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示す全体概略ブロック図である。

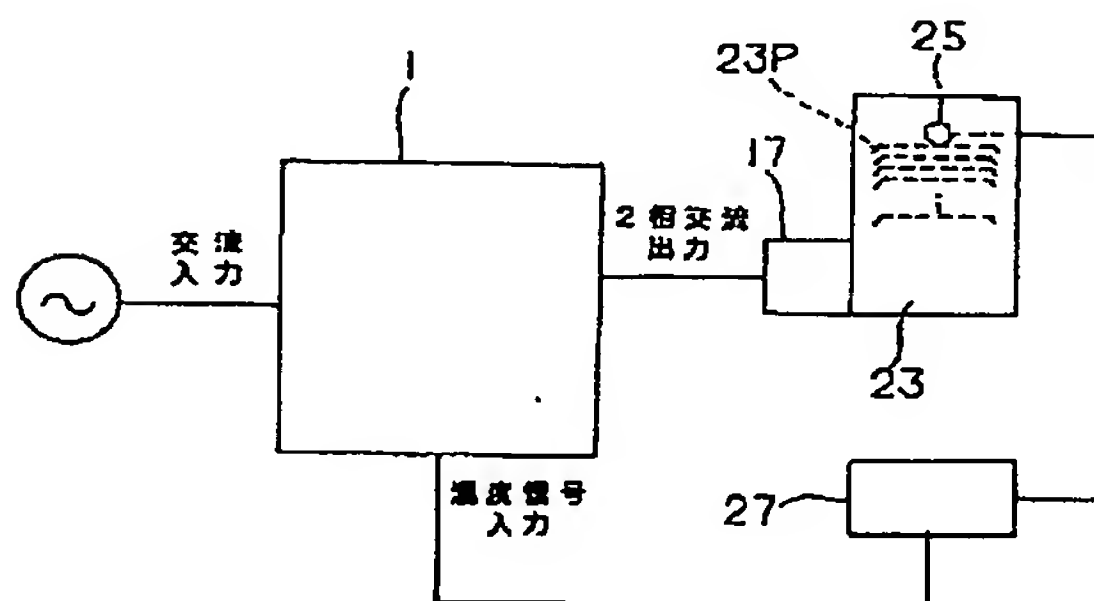
10 【図2】図1の要部を示すブロック図である。

【図3】図2をより具体的に表した回路図である。

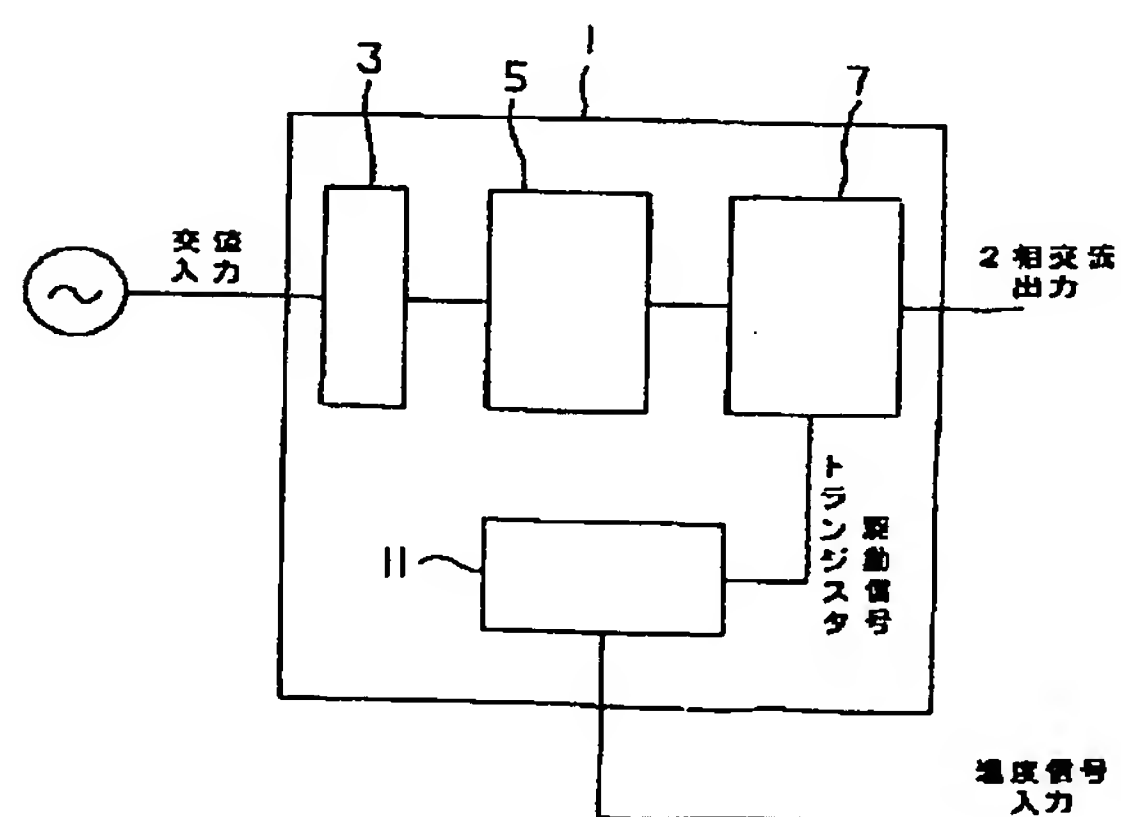
【符号の説明】

- 1 インバータ装置
- 3 昇圧トランス
- 5 コンバータ部
- 7 インバータ部
- 9 ダイオード
- 11 制御回路部
- 13 トランジスタ
- 15 コンデンサ
- 17 シンクロサモータ
- 19 電磁石
- 21 ロータ
- 23 クライオポンプユニット
- 25 温度センサー
- 27 温度検出装置

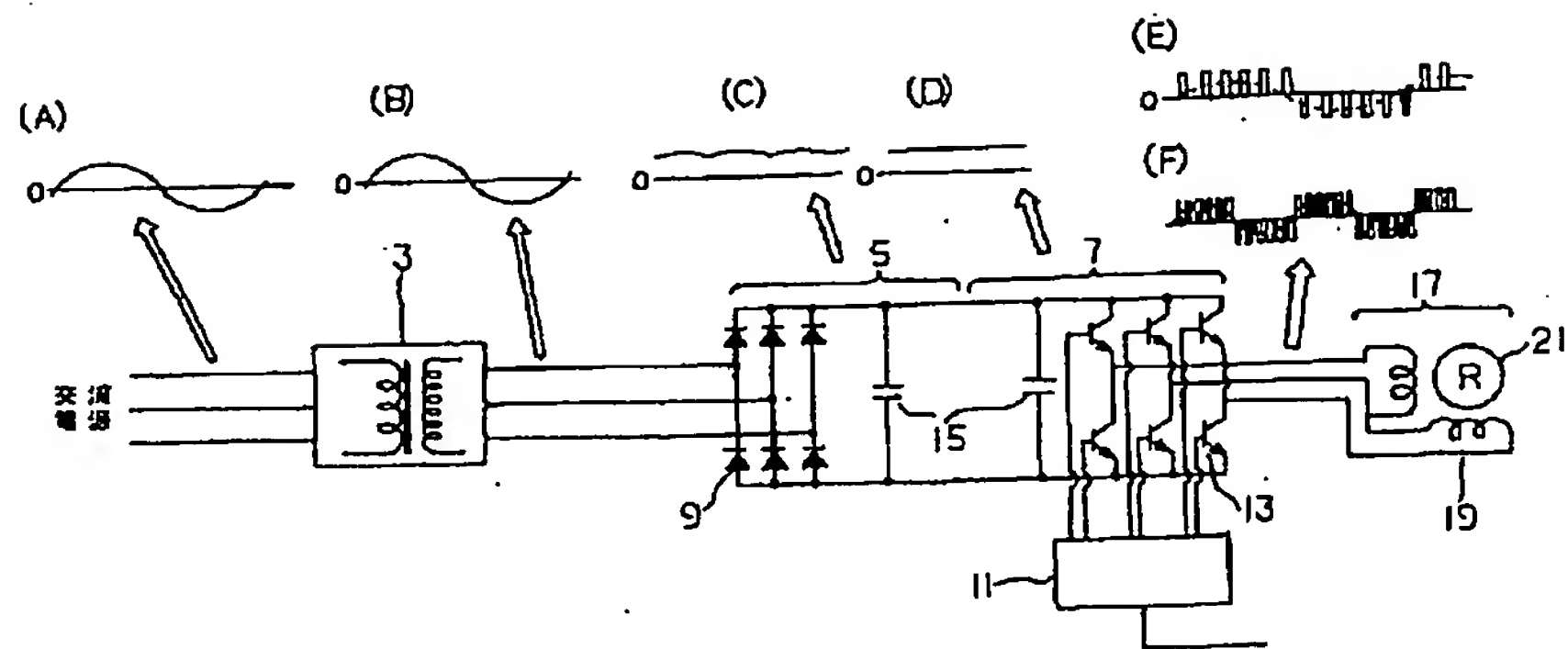
【図1】



【図2】



【図3】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**